

**ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING*
TEMPERATUR 550⁰C, 600⁰C, 650⁰C PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP SIFAT MEKANIS**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Nama : Bayu Tri Yuriko

Nim : 16.11.095

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2019/2020

Halaman Sampul

**ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING*
TEMPERATUR 550⁰C, 600⁰C, 650⁰C PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP SIFAT MEKANIS**

SKRIPSI



Disusun oleh :

Nama : Bayu Tri Yuriko

NIM : 16.11.095

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019/2020**

**ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING* TEMPERATUR
550°C, 600°C, 650°C PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP SIFAT
MEKANIS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Jurusan Teknik Mesin

DISUSUN OLEH :

NAMA : BAYU TRI YURIKO

NIM : 16.11.095

JURUSAN TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2019/2020

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING*
TEMPERATUR 550°C, 600°C, 650°C PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP SIFAT MEKANIS**



Disusun Oleh :

Nama : Bayu Tri Yuriko

NIM : 16.11.095

Malang, Juli 2020

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Rahardjo, MT
NIP. 195706011992021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T
NIP. Y. 1030400405



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

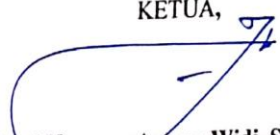
Nama : Bayu Tri Yuriko
NIM : 16.11.095
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING*
TEMPERATUR 550°C, 600°C DAN 650°C PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP SIFAT MEKANIS

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada hari : Selasa
Tanggal : 21 Juli 2020
Dengan Nilai : 79,3 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA,


Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T
NIP. Y. 1030400405

SEKRETARIS,



Febi Rahmadiano, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500490

ANGGOTAPENGUJI

PENGUJI I,


Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T
NIP. Y. 1030400405

PENGUJI II,


Arif Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500491



ISO 9001:2008 Certificate No. 0419024



BAN-PT

**LEMBAR PERNYATAAN
KEASLIAN ISI SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bayu Tri Yuriko
NIM : 16.11.095
Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul "**Analisis Pengaruh *Hardening* dan *Tempering* Temperatur 550°C, 600°C, 650°C Pada Baja AISI 4140 Terhadap Sifat Mekanis**" adalah skripsi hasil karya saya sendiri bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Juli 2020

Yang Membuat Pernyataan



Bayu Tri Yuriko
NIM. 16.11.095

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bayu Tri Yuriko

NIM : 16.11.095

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Judul : ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING*
TEMPERATUR 550°C, 600°C, 650°C PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP SIFAT MEKANIS

Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo. MT

Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 85

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT
NIP. 195706011992021001

REKAPAN BIMBINGAN PENELITIAN SKRIPSI

Nama : Bayu Tri Yuriko
NIM : 16.11.095
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo. MT

No.	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1.	Pengarahan Rencana Skripsi	24 Februari 2020	f
2.	Pengajuan Judul Skripsi	25 Februari 2020	r
3.	Pemantapan Judul Skripsi	03 Maret 2020	r
4.	Konsultasi Proposal BAB 1	05 Maret 2020	f
5.	Konsultasi Proposal BAB 2 dan BAB 3	16 Maret 2020	r
6.	Pengolahan Data Hasil Penelitian	24 Juni 2020	r
7.	Konsultasi Laporan Skripsi BAB 4 dan BAB 5	7 Juli 2020	f
8.	Revisi Laporan Skripsi BAB 2 dan BAB 4	8 Juli 2020	f
9.	Revisi Laporan Skripsi BAB 4 dan BAB 5	13 Juli 2020	r
10.	Konsultasi Ujian Akhir Skripsi	20 Juli 2020	r

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT
NIP. 195706011992021001

KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga tahap demi tahap dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan rahmat-Nya kepada penulis.
2. Kedua orang tua beserta keluarga, terimakasih atas doa dan dukungannya demi cepat terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Kustamar, M.T. Selaku Rektor ITN Malang.
4. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
5. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., M.T. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
7. Sibut, ST., M.T. Selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan arahan, serta didikan selama ini.
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Dan teman-teman sekelas, sekampus, maupun diluar kampus yang telah memberikan dukungan selama penulis melaksanakan Penyusunan Skripsi.

Penyusun menyadari sebagai manusia biasa bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Juli 2020

Penulis

**ANALISIS PENGARUH *HARDENING* DAN *TEMPERING* TEMPERATUR
550°C, 600°C, 650°C PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP SIFAT
MEKANIS**

Bayu Tri Yuriko¹, Ir. Teguh Rahardjo, MT.²

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi
Nasional Malang

Jalan Karanglo KM. 2, Malang, Indonesia

Email : bayutriyuriko@gmail.com

ABSTRAK

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Semua mesin meneruskan tenaga bersamaan dengan putaran. Pada kali ini adanya kerusakan yang terjadi di salah satu komponen kendaraan ringan yaitu poros transmisi. Poros ini merupakan komponen penting untuk meneruskan energi dari putaran mesin ke komponen lainnya yang berhubungan sebuah poros transmisi, maka dilakukan perlakuan panas dan sifat mekanis terhadap poros. Sebelum di perlakuan panas spesimen poros transmisi ini di uji komposisi terlebih dahulu untuk mengetahui nilai persentase yang terkandung di dalam material yang mengalami kerusakan ini, dan di diketahui bahwa material ini terbuat dari Baja AISI 4140 dengan nilai kandungan 0.41%C, 0.30%Si, 0.75%Mn, 1.05%Cr dan 0.25%Mo. Perlakuan panas yang di gunakan adalah *Hardening* dan *Tempering*. Pada proses *Hardening* dilakukan, bertujuan untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan dan ketahanan panas. Setelah itu baja di panaskan kembali dengan temperatur tertentu dan ditahan selama waktu tertentu pada proses *Tempering*, dengan memanaskan kembali maka didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi sebesar 67.34 kgf/mm², kekerasan tertinggi terjadi sebesar 88.66 HRB serta nilai impak tertinggi terjadi sebesar 0.0825 Joule/mm².

Kata kunci: Poros transmisi, *Hardening*, *Tempering*, Kekuatan Tarik, Kekerasan, Impak.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
REKAPAN BIMBINGAN	vii
KATA PENGHANTAR	viii
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Heat Treatment	5
2.2 Holding Time	10
2.3 Quenching	11
2.4 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	12
2.5 Diagram Pendingin	16
2.5.1 Diagram TTT (Time Temperatur Transformation)	16
2.5.2 Diagram CCT (Continuous Cooling Transformation)	18
2.6 Baja	19
2.7 Klasifikasi Baja	20
2.7.1 Baja Karbon	20

2.7.2 Baja Karbon Rendah	20
2.7.3 Baja Karbon Menengah (<i>Medium Carbon Steel</i>)	20
2.7.4 Baja Karbon Tinggi (<i>High Carbon Steel</i>)	21
2.8 Baja AISI 4140	23
2.9 Unsur Unsur Dalam Baja	24
2.10 Sifat – Sifat Baja	25
2.11 Pengujian Tarik	28
2.11.1 Perilaku Mekanik Material	30
2.12 Pengujian Impak	32
2.13 Pengujian Kekerasan	34
BAB III METODELOGI PENELITIAN	37
3.1 Diagram Alir	37
3.2 Penjelasan Diagram Alir	38
3.3 Metodologi Penelitian	39
3.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	39
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.6 Variabel Penelitian	42
3.7 Langkah – langkah Penelitian	42
BAB IV ANALISA DATA	44
4.1 Data Pengujian Tarik	44
4.1.1 Analisa data	45
4.2 Data Pengujian Kekerasan	46
4.2.1 Analisa data	47
4.3 Pengujian Impak	48
4.3.1 Analisa data	49
4.4 Hubungan Ketiga Data Uji Mekanis	50
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	13
Gambar 2.2 Struktur Mikro Ferit	13
Gambar 2.3 Struktur Mikro Austenit	14
Gambar 2.4 Struktur Mikro Sementit	14
Gambar 2.5 Struktur Mikro Perlit	15
Gambar 2.6 Struktur Mikro Bainit	16
Gambar 2.7 Struktur Mikro Martensit	16
Gambar 2.8 Diagram TTT Pada Baja Karbon	17
Gambar 2.9 Diagram Pendingin CCT	18
Gambar 2.10 contoh kurva uji tarik tegangan dan regangan	29
Gambar 2.11 skematis mesin uji tarik	30
Gambar 2.12 Kurva tegangan – regangan dari sebuah benda uji	31
Gambar 2.13 Ilustrasi skematis uji impak	32
Gambar 2.14 Spesimen uji impak metode charpy	33
Gambar 2.15 ukuran spesimen metode izod	33
Gambar 2.16 Skematis prinsip indentasi dengan metode brinell	34
Gambar 2.17 Hasil indentasi brinell berupa jejak berbentuk lingkaran	35
Gambar 2.18 Skematis prinsip indentasi dengan metode Vickers	36
Gambar 2.19 (a) Pengujian rockwell, (b) Prinsip Kerja Metode Pengukuran Kekerasan Rockwel	36
Gambar 3.1 Diagram Alir	37
Gambar 3.2 Kerusakan Poros	39
Gambar 3.3 Benda Uji	40
Gambar 3.4 Alat Uji Tarik	40
Gambar 3.5 Alat Uji Kekerasan	41
Gambar 3.6 Alat Uji Impak	41
Gambar 4.1 Grafik variasi kekuatan tarik rata – rata tiap temperatur Tempering .	45
Gambar 4.2 Grafik variasi elongasi rata – tiap temperatur Tempering	45
Gambar 4.3 Grafik variasi kekerasan rata – rata tiap temperatur Tempering	47

Gambar 4.4 Grafik variasi kekuatan impak tiap temperatur Tempering	49
Gambar 4.5 Grafik harga impak tiap temperatur Tempering	49
Gambar 4.6 Grafik hubungan rata – rata ketiga data uji mekanis	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Baja AISI 4140	23
Tabel 4.1 Data Uji Tarik	44
Tabel 4.2 Data Uji Kekerasan	46
Tabel 4.3 Data Uji Impak	48